

Opinnäytetyö AMK

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

2018

Jani Olli

# SÄHKÖAUTOJEN KÄYTTÖ SUOMESSA

Jani Olli

# SÄHKÖAUTOJEN KÄYTTÖ SUOMESSA

Sähköautot kasvattavat suosiotaan yritysten ja kuluttajien keskuudessa. Valmistajien ilmoittamat pienet CO<sub>2</sub> -päästöt houkuttelevat ympäristötietoisia kuluttajia alhaisten käyttökustannusten ja vähäpäästöisyyden vuoksi. Opinnäytetyössä käsitellään sähköautojen hankintaa, verotusta ja todellisia CO<sub>2</sub> -päästöjä.

Sähköauton hankintaa suunniteltaessa kannattaa miettiä millaiseen käyttöön auto tulee, ottaen huomioon muun muassa päivittäinen ajomatka, ajetaanko kaupunki- vai maantieajoa, sekä mahdolliset latausmahdollisuudet matkan aikana tai määränpäässä. Luonnollisesti hankintaan vaikuttavat lisäksi samat asiat kuin minkä tahansa auton valintaan, kuten ulkonäkö ja suorituskyky.

Suomen autovero perustuu ajoneuvojen CO<sub>2</sub> -päästöihin ja sen vuoksi se suosii sähkö- ja hybridautoja, joiden mittaustulokset EU:n testisyklillä ovat lähes poikkeuksetta lähellä nollaa.

Mutta myös sähköautoista aiheutuu päästöjä. Niiden valmistaminen tuottaa enemmän päästöjä keskivertoautoon verrattuna johtuen mm. suuresta akustosta. Lisäksi auton kuluttama sähkö on tuotettu jossain, jolloin tämän tuotannon päästöt johtuvat juuri sähköauton käytöstä. Sähköauton kierrättäminen on akustosta johtuen hankalampaa kuin tavallisen auton, jolloin tässäkin vaiheessa koituu enemmän päästöjä. Sähköauton elinkaaren päästöt jäävät silti merkittävästi alemmas tavallisella ottomootorilla varustettuun autoon nähden.

## ASIASANAT:

Sähköauto, Päästöt, CO<sub>2</sub>, Latausverkko

Jani Olli

## THE USAGE OF THE ELECTRIC CARS IN FINLAND

Electric cars are increasing their popularity among businesses and consumers. The low CO<sub>2</sub> emissions announced by manufacturers are attracting environmentally conscious consumers because of low running costs and low emissions. The thesis deals with the purchase of electric cars, taxation and real CO<sub>2</sub> emissions.

When considering the purchase of an electric car, you should think about the usage of the vehicle. For example, are you driving daily, and do you use mainly highways or drive in cities. And of course, when talking about electric vehicles, what kind of charging possibilities do you have on your journey. Naturally, purchasing is also affected by the same things as choosing any car, such as appearance and performance.

The Finnish car tax is based on the CO<sub>2</sub> emissions of vehicles and therefore favors electric and hybrid cars whose test results in the EU test cycle are almost always close to zero.

However, electric cars are causing emissions, too. The production of electric vehicles creates more emissions compared to the production of an average vehicle, mostly because of the batteries and other electronics. In addition, the electricity consumed by the car is produced somewhere, so the emissions from this production are due to the use of the electric car. Because of the batteries, the recycling of the electric car is more difficult than the regular car, and even at this time, more emissions will occur. Electric vehicle life cycle emissions are, however, significantly lower than that of conventional vehicles powered by the internal combustion engine.

### KEYWORDS:

Electric vehicle, Emissions, CO<sub>2</sub>, Charging grid

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 SÄHKÖAUTOT SUOMESSA</b>	<b>2</b>
<b>3 SÄHKÖAUTON VALINTAAN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ</b>	<b>4</b>
3.1 Hintapolitiikka	4
3.2 Asenteet sähköautoja kohtaan	5
<b>4 LATAUSVERKOSTO</b>	<b>6</b>
4.1 Suomen yleinen latausverkosto	6
4.2 Teslan latausverkosto	7
<b>5 KUSTANNUKSET</b>	<b>9</b>
5.1 Verotus	9
5.2 Käyttökustannukset	10
5.3 Vuotuiset kustannukset	11
<b>6 SÄHKÖAUTOJEN TODELLISET CO<sub>2</sub> -PÄÄSTÖT</b>	<b>13</b>
<b>7 YHTEENVETO</b>	<b>16</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>17</b>

## KUVAT

Kuva 1. Tesla Paimion latauspisteellä (MTV 2016).	7
Kuva 2. Supercharger -asemat (Tesla Inc. 2017).	8

## KUVIOT

Kuvio 1. Autokannan kehitys (Trafi 2017).	2
Kuvio 2. Ensirekisteröinnit (Trafi 2017).	3
Kuvio 3. Sähköntuotannon jakauma (Energiavirasto 2017).	13

## TAULUKOT

Taulukko 1. Eri mallien verotus.	9
Taulukko 2. Käyttökustannukset (Autotietokanta 2017).	10
Taulukko 3. Kokonaiskustannukset (Autotietokanta 2017).	11
Taulukko 4. Sähköautojen päästöt (Tuulilasi 2016).	14

# 1 JOHDANTO

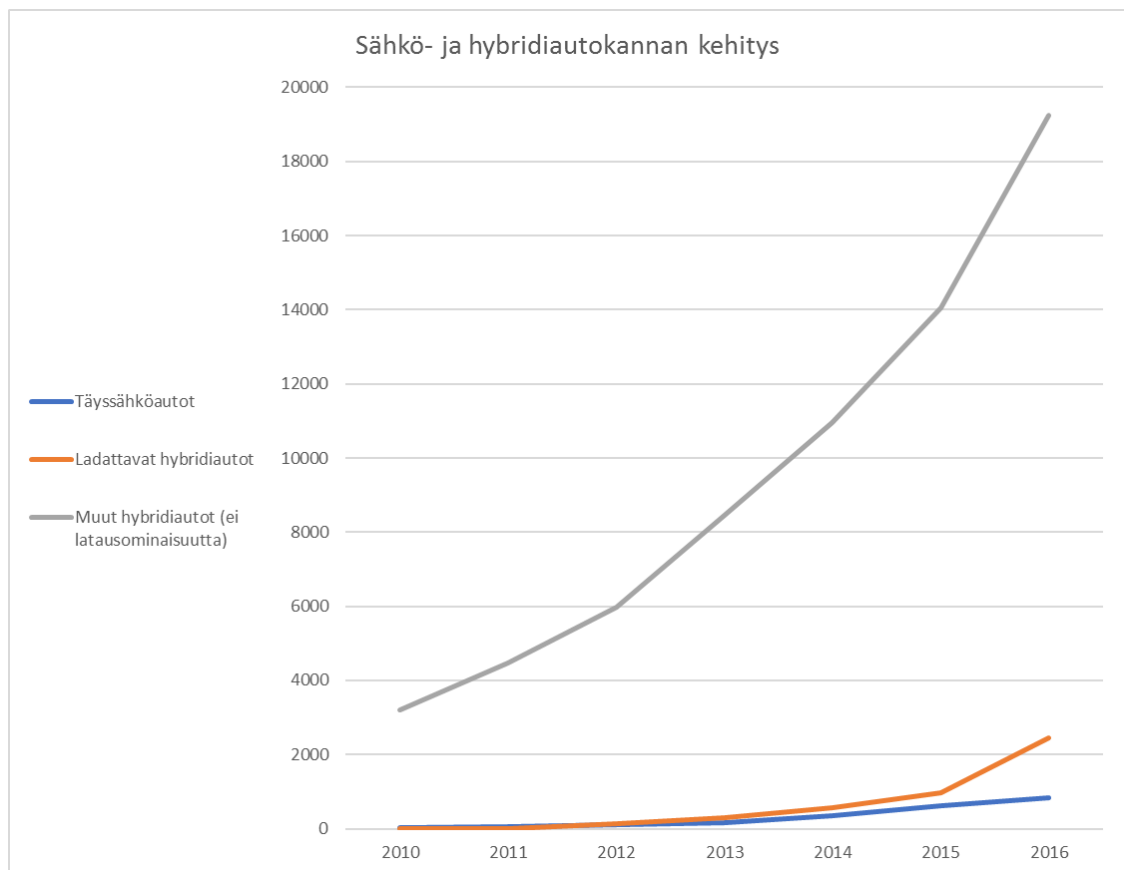
Sähköautot kasvattavat suosiotaan yritysten ja kuluttajien keskuudessa. Valmistajien ilmoittamat pienet CO<sub>2</sub> -päästöt houkuttelevat ympäristötietoisia kuluttajia, mutta voiko kuluttaja tosiaan luottaa näihin lukemiin vai koituuko sähköautojen käytöstä sittenkin päästöjä ja kuinka paljon?

Opinnäytetyössä tutkitaan erilaisia sähköautoilun aiheuttamia päästöjä laaja-alaisesti ja perehdytään sähköautojen verotuskäytäntöihin. Sähköauton käyttökustannuksia pidetään yleisesti ottaen edullisina, mutta ovatko ne oikeasti? Kuinka paljon sähköauton käyttäminen sitten maksaa? Työssä on laskettu sähköauton käyttökustannuksia vuositasolla eri kilometrimäärillä ja näitä vertaillaan polttomoottorikäyttöisten autojen vuosittaisiin kustannuksiin.

Opinnäytetyön lähteinä on käytetty sähköautovalmistajien ilmoittamia tietoja. Sähkönkulutuslaskuissa ja vertauksissa polttomoottoriautoihin on hyödynnetty Saksan Autobild-lehden teettämiä mittauksia sähköautojen sähkönkulutuksesta. Myös alan asiantuntijoita ja heidän julkaisujaan on käytetty osana tutkimustyötä.

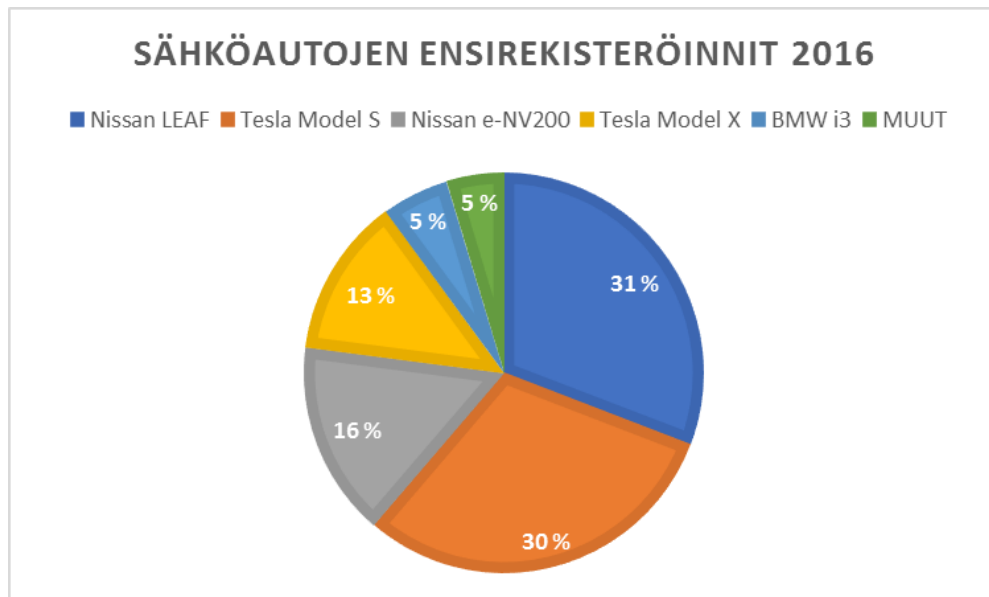
## 2 SÄHKÖAUTOT SUOMESSA

Sähkö- ja hybridautojen kanta on ollut vahvassa kasvussa vuodesta 2010 lähtien, kun ihmisten ympäristötietoisuus ja kiinnostus taloudellista ajoa kohtaan ovat lisääntyneet. Pisimpään markkinoilla olleet ns. perinteiset hybridautot, joissa ei ole latausmahdollisuutta, ovat kasvattaneet suosiotaan, sillä ne on havaittu luotettaviksi. Viimeisimpinä markkinoille tulleet pistokehybridit ja täyssähköautot eivät ole vielä ottaneet tuulta alleen samassa mittakaavassa, mutta suosio on selkeästi nousemaan päin (kuvio 1).



Kuvio 1. Autokannan kehitys (Trafli 2017).

Vuoden 2016 myydyimmät sähköautot olivat selkeästi Nissan LEAF ja Tesla Model S yhteensä yli 60 % markkinaosuudella. Kokonaisuudessaan näillä kahdella valmistajalla on hallussaan noin 90 % Suomen sähköautomarkkinoista. Toki on otettava huomioon, että tämä on vain vuoden 2016 ensirekisteröintien tilasto ja tarjoaa hyvin kapean kuvan koko sähköautokannasta (kuvio 2).



Kuvio 2. Ensirekisteröinnit (Trafi 2017).

Diagrammiin on tulevina vuosina tulossa paljonkin lisää vaihtoehtoja, kun yhä useammat autonvalmistajat lähtevät mukaan sähköautosegmenttiin. Tämä lisää kilpailua, tuo vaihtoehtoja kuluttajalle ja saattaa vaikuttaa hintoihin ostajan kannalta positiivisessa mielessä.



### 3 SÄHKÖAUTON VALINTAAN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Auton ostaminen on jokaiselle erilainen kokemus. Jotkin miettivät tarkkaan ja pitkään millaisen auton ostaisivat ja toiset taas saattavat ostaa auton hetken mielihohteesta. Joka tapauksessa, on tehtävä itselleen selväksi mitä ominaisuuksia tarvitaan ja mitä autolta oikeasti halutaan. Uutta autoa ostaessa monet miettivät tarkkaan auton ostohintaa ja paljonko auton käyttö maksaa vuositasona. Monet pohtivat myös uuden auton arvon alenemaa ensimmäisten vuosien aikana ja päätyvätkin tästä syystä käytetyn auton ostoon.

#### 3.1 Hintapolitiikka

Sähköautojen tuotanto on huomattavasti kalliimpaa kuin tavallisten polttomoottorikäyttöisten ajoneuvojen, joka näkyy suoraan auton hinnassa. Vaikka sähköautojen autovero jää useita tuhansia euroja pienemmäksi kuin vastaavassa polttomoottoriautossa, on sähköauton hinta silti kalliimpi. Tämä on kynnyskysymys monelle autoilijalle. Miksi ostaa kalliimpi auto, kun edullisempikin riittää?

Osa autoilijoista valitsee autonsa juurikin alhaisten päästöjen perusteella, kun taas toiset painottavat muita valintakriteereitä, kuten suurta ja tehokasta moottoria. Lisäksi pikkuautoluokan täyssähköauto maksaa usein yli 30 000 euroa, mikä tuntuu monista autonostajista liioitellulta, kun vastaavan luokan auton vastaavilla varusteilla saa alle kahdellakymmenellätuhannella. Jos taas puhutaan perheen jokapäiväiseen käyttöön sopivasta autosta, sähköauton hinta nousee helposti yli 80 000 euron. Tämä taas on keskimääräiselle suomalaiselle perheelle liikaa. (Riikonen 2015.)

### 3.2 Asenteet sähköautoja kohtaan

Suomalaisten asenteet sähköautoja kohtaan ovat juuri murrospisteessä. Paljon skeptisyyttä on herättänyt mm. toiminta Suomen kylmissä talvissa ja vielä pitkillä matkoilla. Ennakkoluuloja on ollut monia ja epäilykset akkujen pakkaskestävyydestä johtuvat nimenomaan vanhojen lyijyakkujen hyytymisestä polttomootoriautoissa. Lyijyakussa käytettävä energian varastointitekniikka on kuitenkin erilainen kuin sähköautoissa käytettävissä nykyaikaisissa litiumioniakuissa. Sähkö on elektronien liikettä, joten luonnollisesti myös litiumioniakkujen teho heikkenee ilman kylmetessä. Heikkeneminen on kuitenkin pienempää lyijyakkuihin verrattuna ja vaikutus auton toimintamatkaan pieni. Monesti kuulee myös sähköautojen toimintamatkoja verrattavan vanhojen hybridimallien toimintamatkaan sähköllä. Luonnollisesti niillä on eroa, mutta hybridiä ei olekaan suunniteltu kulkemaan pelkällä sähköllä toisin kuin sähköauto.

Nyt sähköautovalmistajat ovat kuitenkin osoittaneet edellä mainitut ennakkoluulot vääriksi. Tekniikan kehittyessä akuista saadaan suurempia kapasiteetteja ja ne saadaan mahdutettua pienempään tilaan. Myös sähkömoottorien hyötysuhteet ovat parantuneet huomattavasti yhä useamman autovalmistajan pyrkiessä kehittämään niitä.

Suomessa sähköautojen varsinainen läpimurto tapahtui Teslan tullessa Suomen markkinoille. Ensimmäinen Tesla Model S tarjosi 400km toimintamatkan, johon muut sähköautovalmistajat eivät olleet tuolloin vielä pystyneet. Auton markkinoinnissa hyödynnettiin myös sähkömoottoreiden tehosta johtuvaa suurta kiihtyvyyttä, joka on täysin verrattavissa nykyaikaisiin urheiluautoihin. Model S on suunnattu ylemmän keskiluokan autoksi kilpailemaan muun muassa BMW:n 5-sarjan ja Mercedesen E-sarjan kanssa. Teslan akkuteknologia oli mallin julkaisun aikaan edellä muita valmistajia, joka mahdollisti markkinaryöön valtaamisen muiden valmistajien edestä.

## 4 LATAUSVERKOSTO

Sähköauton lataaminen perustuu yksinkertaisimmillaan siihen, että auton omistaja hankkii oikeanlaisella pistokkeella olevan laturin kotiinsa, joka mahdollistaa ns. yönyli -latauksen. Tämä ei aiheuta ongelmia omakotitaloissa asuville, mutta kaupunkien kerrostaloissa asuville se saattaa tuottaa haasteita.

Auton lämmitystolpasta on mahdollista ladata autoa, mutta se ei ole suositeltavaa pitkän latausajan takia. Virtamäärät pysyvät kyllä turvallisissa rajoissa ja tolpan sulake kyllä katkaisee virransyötön, jos sitä alkaa menemään liikaa. Sähköauton lataaminen lämmitystolpasta vie kuitenkin niin paljon aikaa, että johdot alkavat kumentua ja syntyy tulipalon vaara (Juuti & Kolehmainen 2017.)

Kerrostalojen pihoille ei kovin helposti voida rakentaa latausasemaa, vaan se vaatii lähtökohtaisesti taloyhtiön aloitteen, jotta piha-aluetta voidaan lähteä muokkaamaan. Se tulee kuitenkin taloyhtiölle kalliiksi, eikä ole takeita, että yhtiön kaikki asukkaat olisivat muutoksiin tyytyväisiä. Etenkään jos heillä ei ole latauspaikkoja hyödyntäviä ajoneuvoja.

Käytännöllisesti katsoen henkilökohtainen latausasema olisi helppo asentaa esimerkiksi lämmitystolpan rinnalle, jolloin ei tarvitsisi palkata kallista maansiirtoyritystä asentamaan uusia virtakaapeleita maahan. Jotkin latauspisteet kuitenkin käyttävät voimavirtaa ja lämmitystolppiin tulee yleensä vain valovirta. Se rajaa käytettävien latureiden määrää, eikä heikkovirtaisempana mahdollista yhtä nopeaa latausta. Yhden pihan lämmitystolpat on myös yleensä kytketty sarjaan, jolloin useat yhtä aikaa latauksessa olevat autot voivat aiheuttaa ylikuomaa johdolle, jolloin sulake palaa. Jos useita autoja on latauksessa, se myös hidastaa latausnopeutta.

### 4.1 Suomen yleinen latausverkosto

Sähköautojen latausverkosto Suomessa on jo nykyisellään laaja ja jatkaa laajentumistaan sähköautojen yleistyessä. Tällä hetkellä latauspisteitä on jo yli 2000, mutta yhdellä latauspisteellä ei pääasiassa ole kuin pari latauspaikkaa. Tämä voi muodostua ongelmaksi tulevaisuudessa sähköautojen yleistyessä, jolloin latauspaikkoja on pakko saada lisää mm. huoltoasemien ja taloyhtiöiden pihoille. (Sähköinen liikenne 2017.)

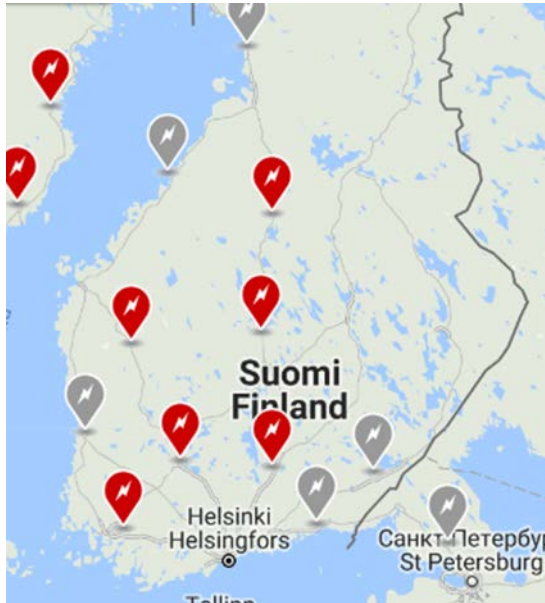
Latauspaikkoja voi etsiä netistä ja ne on kaikki kerätty samalle kartalle sähköinenliikenne.fi verkkosivuille.

#### 4.2 Teslan latausverkosto

Muista sähköautovalmistajista poiketen Teslalla on oma latausverkosto. Se koostuu pääasiassa akkua nopeasti lataavista Supercharger – latureista ja ns. päätepisteisiin sijoitetuista Destination chargereista. Supercharger -latauspisteet ovat tarkoitettu pääasiassa pitkiä matkoja ajaville, ja ne ovat usein sijoitettu suuren huoltoaseman yhteyteen ja ovat käytettävissä 24 tuntia vuorokaudessa. Turun seudun ainoa Supercharger – latauspiste sijaitsee Tammissillan ABC:llä Paimiossa, jossa on neljä latauspaikkaa. Päätepisteiden laturit ovat sijoitettu suosittuihin hotelleihin ja lomakeskuksiin, kuten Naantalin Kultaranta Resortiin. Teslan tavoitteena on lisätä latauspisteiden lukumäärää jatkuvasti taatakseen matkanteon myös syrjäisille alueille.



Kuva 1. Tesla Paimion latauspisteellä (MTV 2016).



Kuva 2. Supercharger -asemat (Tesla Inc. 2017).

Kuvassa punaisella on merkitty Teslan Supercharger -latauspisteet, joita on tällä hetkellä kuusi. Harmaalla on merkitty tulevia latauspisteitä, jotka ovat suunnitteluvaiheessa, tai joita jo rakennetaan.

Latausverkoston laajuus ei ole suuri eikä se kata toistaiseksi Pyhäjärveä pohjoisempia sijainteja. Vuoden 2018 loppuun mennessä Tesla kuitenkin avaa lissä uuden supercharger -latauspisteen. Tällä hetkellä latauspisteet ovat sijoitettu lähinnä eteläiseen Suomeen, johtuen suuremmasta käyttäjäkunnasta.

Tesla nojaakin omaa latausverkostoaan siihen, että Teslan omistajan kotoa löytyisi Teslan oma laturi, jolla saa ladattua akun täyteen yön aikana. (Tesla Inc. 2018.)

## 5 KUSTANNUKSET

### 5.1 Verotus

Taulukkoon 1 on kirjattu Volkswagen Golfin käyttövoimaltaan erilaisten mallien hinnat ja vuotuiset verokustannukset. Verottomissa hinnoissa on havaittavissa sähkö- ja hybridi-tekniikan korkeammat valmistuskustannukset, jolloin auton hinta on tässä tapauksessa kaksinkertainen. Autovero, joka määräytyy CO<sub>2</sub> -päästöjen mukaan, on selkeästi muita pienempi sähköversiossa, josta ei CO<sub>2</sub> -päästöjä tule liikenteessä lainkaan. Plug-In -hybridimallikin on verotukseltaan dieseliä ja bensiiniä kevyempi.

Malli	Käyttövoima	Hinta veroton (€)	Autovero (€)	CO <sub>2</sub> -päästöt (g/km)	Ajoneuvovero (€)		Käyttövoimaveron (€)		Vuotuiset verot yhteensä (€)
					Päivässä	Vuodessa	Päivässä	Vuodessa	
Trendline 1,6 TDI 66 kW	Diesel	18720,00	3174,65	106	0,46	169,00	1,05	381,43	550,42
Trendline 1,0 TSI 63 kW	Bensiini	17280,00	3017,19	108	0,47	170,82	0,00	0,00	170,82
e-Golf 100 kW	Sähkö	40770,00	1511,98	0	0,29	106,21	0,32	114,98	221,19
GTE Plug-In Hybrid 150 kW	Sähkö + bensiini	39440,00	2321,12	36	0,33	119,36	0,11	38,33	157,68

Taulukko 1. Eri mallien verotus.

Kaikista autoista maksetaan vuotuista ajoneuvoveroa, jonka suuruus riippuu käyttövoimasta, CO<sub>2</sub> -päästöistä ja kokonaismassasta. Taulukosta on selkeästi havaittavissa verotuksen suosivan sähkötekniikkaa sisältäviä ajoneuvoja tässäkin tapauksessa. Osana ajoneuvoveroa maksetaan myös käyttövoimaveron moottorin käyttövoiman mukaan. Bensiinikäyttöisistä autoista sitä ei tarvitse maksaa lainkaan ja se samalla pienentää hybridimallin veroa. Jos kyseessä olisi dieselhybridi, käyttövoimaveron olisi merkittävästi suurempi ja asettuisi veroltaan sähkö- ja dieselmallin väliin.

Vuotuinen verotus suosii tällä hetkellä lataushybridimallia, jonka käyttövoimaveron osuus jää pieneksi johtuen toisesta verovapaasta käyttövoimasta. Vaikka sähköauton ajoneuvoveron perusosa on pienin, käyttövoimaveron nostaa sen toiseksi kalleimmaksi tällä listalla. Tähän on todennäköisesti odotettavissa muutosta sähköautojen yleistyessä.

## 5.2 Käyttökustannukset

Autojen käyttökustannukset vaihtelevat aina käyttövoimasta riippuen. Jotta vertailusta eri voimalähteiden välillä tulisi tasapuolinen, vertailuun valittiin Volkswagen Golfin eri malliversioita, koska Golfia valmistetaan kaikilla eri voimanlähteillä, joita vertailussa on tarpeen käyttää. Samaa automallia käyttämällä saadaan vertailusta tasapuolinen, kun merkki- ja mallikohtaisia eroja ei juurikaan synny (taulukko 2).

Merkki	Malli	Polttoaine	EU yhdistetty kulutus l/100km	Polttoaineen hinta €/l	€/100km	Hinta 20000km ajosuoritteella
VW	Golf 1.0 TSI	95E10	4,8	1,394	6,69	1338,24
VW	Golf 1.6 TDI	Diesel	4,1	1,204	4,94	987,28
VW	Golf GTE	Sähkö/95E10	1,6	1,394	2,23	446,08
			Sähkönkulutus kWh/100km	Sähkön hinta €/kWh		
VW	e-Golf	Sähkö	12,7	0,13	1,65	330,20

Taulukko 2. Käyttökustannukset (Autotietokanta 2017).

Taulukon 2 kulutusarvot ovat EU:n yhdistetyn kulutuksen mukaisia ja eivät perustu todellisiin kulutuslukemiin liikenteessä. Sähköauton sähkönkulutus on Saksan Auto Bild –lehden mittauksista saatu tulos (Lange 2016). Erilaisella ajosykillä ei tässä tilanteessa ole merkitystä, sillä taulukon ensisijainen tarkoitus on havainnollistaa sähköauton huomattavasti pienempää kilometrikustannusta.

### 5.3 Vuotuiset kustannukset

Taulukossa 3 on laskettu eri mallien vero- ja polttoainekustannukset vuodessa erisuuruilla ajosuoritteilla. Laskuissa on huomioitu vuotuiset vero- ja polttoainekustannukset.

Merkki	Malli	Kokonaiskustannukset vuodessa €		
		20000km	30000km	50000km
VW	Golf 1.0 TSI	1509	2178	3516
VW	Golf 1.6 TDI	1538	2031	3019
VW	Golf GTE	604	827	1273
VW	e-Golf	551	716	1047

Taulukko 3. Kokonaiskustannukset (Autotietokanta 2017).

Vuotuisen autoveron ja polttoaine- / käyttövoimakustannukset huomioiden autoilun kokonaiskustannukset ovat selkeästi edullisimmat sähkökäyttöisessä autossa vuotuisista kilometreistä riippumatta. Alle kahdellakymmenellä tuhannella vuotuisella kilometrillä diesel on kallein käyttää, mutta hintaeroa bensiinivaihtoehtoon on vain n. 30 euroa vuodessa. Taulukosta näkee myös dieselin ja bensiinin välisen eron kasvavan, kun kilometrejä alkaa tulla enemmän.

Ajettaessa yli 50 000 kilometriä vuodessa sähköauton käyttö maksaa lähes 2500 euroa vähemmän bensiinivaihtoehtoon verrattuna ja 2000 euroa dieselmalliin verrattuna.

Pistokehybridimalli vaikuttaa olevan lähes yhtä edullinen käyttää kuin täyssähköinen versio, mutta todellisuudessa sen kulutus riippuu suuresti siitä, millaista ajoa sillä ajetaan ja kuinka usein sitä on mahdollista ladata. Etenkin kun puhutaan 50000 kilometrin vuotuisesta ajomatkasta, tulee niin paljon kilometrejä päivää kohden, että polttoaineen kulutus on merkittävästi korkeampi kuin valmistajan ilmoittamat 1,6 l/100km. Malli on suunnilleen samanhintainen kuin täyssähköversio, mutta huomattavasti suorituskykyisempi kuin vertailun muut mallit. Tästä johtuen se ei ole täysin samalla tasolla vertailun muiden mallien kanssa.



Autoja tulee myös huoltaa ja huoltokustannukset vaihtelevat suuresti. Tätä ei ole huomioitu laskuissa, mutta Metropolia ammattikorkeakoulun lehtori Vesa Linja-aho on ottanut asioista selvää:

"Mitä olen Sähköautot.nyt -ryhmää stalkkaillut, niin sähköautojen määräaikaishuoltolaskut merkkihuollossa ovat olleet luokkaa 150-250 euroa kahden vuoden välein. Ei paha. Ei jakoremmin vaihtoa, ei öljynvaihtoa." (Linja-aho 2015.)

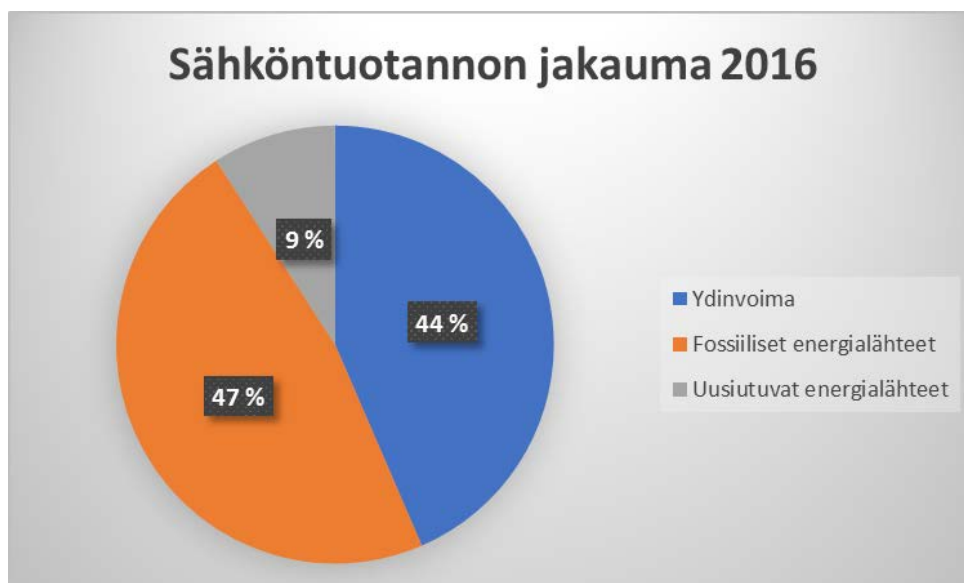
Perään Linja-aho kuitenkin toteaa akuston vaihdon olevan kallis operaatio. Rahaa kuluu suunnilleen saman verran kuin polttomoottoriauton huoltoihin 200 000 kilometrin matkalla. (Linja-aho 2015.)

## 6 SÄHKÖAUTOJEN TODELLISET CO<sub>2</sub> -PÄÄSTÖT

Ajoneuvojen verotukseen vaikuttavat hiilidioksidi- eli CO<sub>2</sub>-päästöt mitataan laboratoriossa NEDC -mittauksessa (New European Driving Cycle). Mittauksen tulokset poikkeavat autojen todellisista päästö- ja kulutuslukemista ollen yleensä näitä pienempiä, mutta antavat hyvän vertailupohjan eri automalleille. Testi on luotu 1980-luvulla ja sitä ollaankin jo korvaamassa uudemmalla todelliseen käyttöön perustuvalla testillä. Uuteen WLTP - testiin (Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure) kerätään todellisia lukemia ympäri maailmaa, eikä tyydytä vanhan testin teoreettisiin arvoihin. (Trafli 2017.)

Sähköautojen osalta sykleihin perustuvat mittaukset ovat turhia, sillä niissä ei ole fossiilista polttoainetta käyttävää moottoria, joten ne eivät kuluta testin aikana lainkaan polttoainetta. Polttoaineen kulutuksen ollessa suoraan verrannollinen CO<sub>2</sub>-päästöihin, ei niitäkään synny ajon aikana.

Autoihin ladattava sähkö kuitenkin on harvoin täysin päästöttömästi tuotettua. Sähkön tuottamisesta aiheutuneita päästöjä on käytännössä mahdotonta laskea tarkasti, sillä kunkin sähköntuotantotavan päästöistä ei saada laskettua absoluuttista arvoa. Energiavirasto laskee vuosittain Suomen kansallisen sähköntuotannon jäänösjakauman, joka jaetaan fossiilisiin- ja uusiutuviin energialähteisiin sekä ydinvoimaan (kuvio 3). Jakauman perusteella virastossa lasketaan, kuinka paljon CO<sub>2</sub> -päästöjä sähköntuotannosta aiheutuu kilowattituntia kohden.



Kuvio 3. Sähköntuotannon jakauma (Energiavirasto 2017).

Vuonna 2016 sähköntuotannosta aiheutuneet päästöt olivat 175,1 g/kWh

Sähköauton päästöt voidaan laskea kertomalla auton sähkönkulutus (kWh/100km) sähköntuotannon päästökertoimella (g/kWh). Kaikki akkuihin ladattu sähkö ei luonnollisesti mene auton moottorille, vaan osa siitä menee muun elektroniikan käyttöön mm. valoille ja lämmitykseen.

Esimerkkinä laskusta Tesla Model S P85D:

$$17,7 \text{ kWh} / 100\text{km} \times 175,1 \text{ g} / \text{kWh} = 3099,27 \text{ g} / 100\text{km} \rightarrow \sim 31 \text{ g} / \text{km}$$

Alla olevaan taulukkoon 4 on kerätty osa Tuulilasissa julkaistuista kulutuslukemista, joiden perusteella on laskettu kunkin ajoneuvon CO<sub>2</sub> -päästöt grammoina kilometriä kohden.

Automalli	Sähkönkulutus (kWh/100km)	CO <sub>2</sub> -päästöt (g/km)
Tesla Model S P85D	17,7	31,0
VW e-Golf	12,7	22,2
Nissan LEAF	15	26,3
VW e-Up	11,7	20,5
BMW i3 (94 Ah)	12,6	22,1
M-B B-sarja Electric Drive	16,6	29,1

Taulukko 4. Sähköautojen päästöt (Tuulilasi 2016).

Polttomoottorikäyttöisissä autoissa valmistaja ilmoittaa CO<sub>2</sub>- päästöarvon, joka on mitattu EU:n mittauszyklin mukaan. Päästölukema ei siis vastaa todellisia päästöjä liikenteessä, mutta antaa vertailuarvon, jonka avulla eri automallien vertailu on helppoa.

Helpointa vertailu on suorittaa Volkswagenin Golf -mallin ympärillä, sillä valmistaja tarjoaa samaa koria kaikilla neljällä käyttövoimavaihtoehdolla:

- Sähkö, e-Golf, 22,2 g/km
- Diesel, 1,6TDI, 106 g/km
- Benssiini, 1,0TSI, 102 g/km
- Sähkö/Benssiini pistokehybridi GTE 36 g/km

Lukemista voidaan päätellä, että sähkökäyttöinen Golf on selkeästi bensiini- ja dieselmallia vähäpäästöisempi, kun taas bensiini- ja dieselmallin välinen ero on hiuksenhieno. Sähkö- ja hybridimallin välinen ero on melko pieni n. 13 g/km. Vertailussa pitää kuitenkin muistaa, että bensiini-, diesel- ja hybridimallien päästölukemat on mitattu laboratoriossa, eivätkä toteudu normaalissa liikenteessä paitsi äärimmäisen ihanteellisissa olosuhteissa. Sähköauton kulutus taas on todellisessa liikenteessä testattu, mutta auton kuluttaman sähkön tuotannon päästöistä ei ole tarkkaa tietoa. Laskennassa on käytetty Suomen jäännösjakauman mukaista päästöarvoa ja mittaus on suoritettu Saksassa. Toisaalta ei sähköauto siellä sen pienempään kulutukseen pääse kuin Suomessakaan.

## 7 YHTEENVETO

Trafin tilastojen perusteella sähköautojen suosio on kasvussa, johtuen yhä ympäristötietoisemmasta väestöstä ja ihmisten kasvaneesta luottamuksesta sähköautojen teknistä kestävyyttä kohtaan.

Suomen verotus suosii sähköautoja alhaisella autoverolla, joka näkyy suoraan autojen hankintahinnassa, mutta käytöstä vuosittain maksettava ajoneuvoveron sisältämä käyttövoimavero on huomattavasti kalliimpi kuin esimerkiksi bensiini- ja hybridimallissa.

Eri automallien kustannuksien vertailusta haluttiin luoda mahdollisimman laaja ja siihen otettiin mukaan erisuuruisia vuosittaisia ajosuoritteita, aina 50000 km/vuosi saakka. Lisäksi automerkkien ja -mallien välisiä eroja karsittiin käyttämällä vertailussa Volkswagen Golfin eri käyttövoimalla varustettuja malleja. Vertailun perusteella sähköauton käyttö tulee edullisemmaksi kuin muilla käyttövoimilla varustetun auton käyttö.

CO<sub>2</sub>-päästöjen osalta sähköauto saavuttaa taas pienimmän lukeman, toki vain pienellä erolla pistokehybridimalliin. Näiden mallien CO<sub>2</sub>-päästöt ovat noin kolmasosan bensiini- ja dieselmallien päästöistä. Päästövertailun arvot ovat valmistajien ilmoittamia paitsi sähköauton osalta. Sen päästöt on laskettu Saksan Autobildin mittaamasta sähkönkulutuksesta kertomalle se Suomen sähköntuotannon keskimääräisillä päästöillä kilowattituntia kohden.

## LÄHTEET

Autotietokanta. 2017 Autontuojat ry:n jäsenyritysten maahantuomat merkit. Viitattu 26.9.2017

<https://media.autotietokanta.fi/>

Energiavirasto. 2016 Sähköntuotannon hiilidioksidipäästöt. Viitattu 26.9.2017

<https://www.energiavirasto.fi/jaannosjakauman-laskenta>

Juuti, P. & Kolehmainen, M. 2017. Sähköauto voi käräyttää lämmitystolpan ja naapurin hermot.

Viitattu 3.1.2018

<https://yle.fi/uutiset/3-9809840>

Lange, M. 2016 Nämä sähköautot kuluttavat eniten sähköä. Viitattu 5.9.2017

<http://www.tuulilasi.fi/uutiset/nama-sahkoautot-kuluttavat-eniten-sahkoa-tesla-model-s-peranpi-tajana>

Linja-aho, V. 2015 Kannattaako sähköauto? Viitattu 18.12.2017

<http://www.tuulilasi.fi/blogit/sahkolinjaaho/kannattaako-sahkoauto>

MTV. 2016 Kuva 1. Viitattu 12.2.2018

<https://www.mtv.fi/lifestyle/autot/artikkeli/kovat-otteet-kayttoon-tesla-ryhtyy-sakottamaan-lataus-tolpan-valtaajia/6220556#gs.alzdto>

Riikonen, J. 2015. Sähköautoja pidetään yhä kalliina – Selvitä kannattaako sähköauton ostaminen. Viitattu 18.12.2017

<https://www.hs.fi/autot/art-2000002843542.html>

Sähköinen liikenne. 2017 Suomen julkiset latauspisteet. Viitattu 24.11.2017

<http://www.sahkoinenliikenne.fi/suomen-julkiset-latauspisteet>

Tesla Inc. 2018 Lataaminen. Viitattu 16.2.2018

[https://www.tesla.com/fi\\_FI/charging](https://www.tesla.com/fi_FI/charging)

Trafi. 2017 Autojen päästömittaus muuttuu. Viitattu 15.3.2018

<https://www.trafi.fi/tieliikenne/wltp-paastomittaus>

Trafi. 2017 Ensirekisteröidyt sähköautot. Viitattu 5.12.2017

[https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ensirekisteroinnit/ensirekisteroinnit\\_kayttovoi-mittain/sahkokayttoiset\\_autot](https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ensirekisteroinnit/ensirekisteroinnit_kayttovoi-mittain/sahkokayttoiset_autot)